EXPOSÉ SUCCINT DES TRAVAUX DE MM. HARRISON ET LE ROY, DANS LA RECHERCHE DES LONGITUDES EN...

Pierre orologiaio Leroy (orologiaio),
Innocenzo Forlì Golfarelli




1313
XIV A22
NAZIONALE
BIBLIOTECA
CENTRALE V.E. II
RC
1133
ROMA


82
I.T.I.S.

EXPOSÉ SUCCINT

DES TRAVAUX

DE MM.

HARRISON ET LE ROY.

EXPOSÉ SUCCINT

DES TRAVAUX

DE MM.

HARRISON ET LE ROY,

DANS LA RECHERCHE

DES LONGITUDES EN MER,

& des épreuves faites de leurs Ouvrages.

PAR M. LE ROY, Horloger du ROI.



A PARIS,

Chez { NYON, Quai des Auguſtins, à l'Occaſion. JOMBERT, rue Dauphine, à l'Image Notre-Dame. PRAULT père, Quai de Gêvres, au Paradis.



M. DCC. LXVIII.

INTRODUCTION.

UN *travail obstiné surmonte tout :* si cette maxime d'un des plus grands hommes de l'antiquité a jamais eu une application exacte, c'est sur-tout à l'égard de la découverte des longitudes en mer, à laquelle il paroît que nous touchons. Il semble qu'on ne l'ait obtenue qu'à force de persévérance, & pour ainsi dire, d'opiniâtreté.

Depuis plus de cent ans les sçavans les plus illustres; les Newton, les Leibnitz, les Hoock, les Huyghens, les Halley, &c. en ont fait l'objet de leurs recherches. De nos jours, les Clairaut, les Dalembert, les le Monnier, les Bernoulli, les Mayer & une infinité d'autres hommes célèbres par leur zèle & par leurs lumières, s'en sont particulièrement occupés.

L'importance de cette découverte (*a*) pour le bien du commerce maritime, & pour le salut des hommes qui s'y consacrent, n'a pas moins attiré l'attention des puissances, que celle des sçavans. Philippe III, roi d'Espagne, qui monta sur le trône en 1598, fut le premier qui proposa un prix en faveur

(*a*) Connoissance des mouvemens célestes, année 1765. Voyez aussi la vie de Jean-Baptiste Morin, p. 54.

de celui qui trouveroit les longitudes. A son exemple, les Etats de Hollande promirent 100,000 florins à quiconque parviendroit à cette découverte.

L'Angleterre proposa aussi différentes récompenses; mais, en 1714, elle le fit de la manière la plus authentique. Les négocians de Londres & autres particuliers ayant présenté une requête au Parlement, tendante à demander qu'on promît une récompense publique pour l'auteur d'une méthode quelconque, par laquelle on détermineroit les longitudes à la mer : en conséquence, le Parlement nomma un comité auquel le chevalier Newton (*a*) & d'autres sçavans assistèrent; & la même année, qui étoit la douzième du règne de la reine Anne, il passa un acte, promettant;

10,000 liv. sterl. (234836 livres tournois) de récompense à l'auteur d'une méthode quelconque, par laquelle un vaisseau allant de la Grande-Bretagne aux Indes occidentales, ne se tromperoit pas sur la longitude de plus d'un dégré, c'est-à-dire, de vingt lieues marines environ, vers l'équateur, ou dix lieues vers le soixantième dégré de latitude, soit australe, soit boréale;

15,000 livres sterling, si, par cette méthode on

(*a*) Voyez l'art. Newton, du dictionnaire de Chauffe-Pied.

avoit la longitude dans un tel voyage, aux deux tiers d'un dégré; enfin, 20,000 liv. ſterl., ſi elle la donnoit à un demi dégré, ou à trente mille géographiques près (*a*).

La France, dans tous les temps, mais particulièrement ſous le règne de notre auguſte monarque, attentive à former des entrepriſes ûtiles au bien de l'humanité & au progrès de nos connoiſſances, n'a point négligé les encouragemens qui pouvoient engager les Sçavans & les Artiſtes à tourner leurs vues vers cet objet important. Elle les a favoriſés dans cette recherche par ces mêmes motifs qui l'ont portée à faire paſſer ſous le cercle polaire, & dans la Zone torride d'illuſtres Académiciens pour déterminer la figure de la terre; & par ce même eſprit, qui, pour l'obſervation du paſſage de Vénus d'où dépend une connoiſſance plus exacte du ſyſtême de l'univers, lui a fait envoyer de ſçavans Aſtronomes dans les parties du monde les plus éloignées. Indépendemment des prix propoſés pour cette découverte, par l'Académie royale des Sciences; on lit ces paroles dans ſon hiſtoire pour 1722 : *l'extrême importance des*

(*a*) On peut voir la traduction de cet Acte, *page 90 de mes Etrennes chronometriques.* Voyez auſſi Suly, *ſuite de la deſcription d'une horloge marine, &c.*.

longitudes a déterminé en dernier lieu M. le Duc d'Orléans à promettre de grandes récompenses à qui les trouveroit.

Vers l'année 1724, M. Suly, célèbre artiste Anglois établi en France, s'appliqua particulièrement à cette recherche. Voici comme il s'exprime, en parlant des encouragemens qu'il reçut à cette occasion (*a*).

» Dans un travail accompagné de tant de difficul» tés, un sage gouvernement ne peut jamais attendre » de grands succès d'un seul homme, sans, en quel» que manière, concourir avec lui, en lui prêtant » la protection & l'assistance, aussi nécessaires du » moins pour la réussite d'un côté, qu'est son sçavoir » & son application de l'autre. A mon égard, pour» suit-il; quoique ce soit la mode de se plaindre, à » quel point l'encouragement des arts est générale» ment négligé; je ne sçaurois que reconnoître avec » la plus haute gratitude, que j'ai déjà reçu des mar» ques distinguées de la bonté royale, de la protec» tion la plus gracieuse du premier Prince du sang, » de la bienveillance du Prince qui a l'administration » des affaires, & des ministres de la cour de France. » Celles-ci ont été secondées encore par les géné-

(*a*) *Dissertation sur la nature des tentatives pour la découverte de la longitude sur mer.*

» reux

» reux offices de plusieurs éminentes personnes de » cette Cour «.

Ce problême fameux des longitudes consiste, comme on sçait, à connoître en mer la différence de l'heure qu'il est dans l'endroit où l'on se trouve, à l'heure qu'on compte alors dans un lieu donné, à Londres ou à Calais par exemple. Rendons ceci sensible aux personnes qui se sont le moins occupées de ces matières.

Il n'y en a point qui ne sçachent, que les voyageurs, qui font le tour du globe, trouvent à leur retour qu'il y a eu un jour de moins qu'ils n'en ont compté, lorsqu'ils le font par l'Orient; & au contraire un jour de plus, quand ils vont par l'Occident. On en voit la cause : dans le dernier cas, ils vont dans le sens où le soleil tourne, ou paroît tourner : dans l'autre; ils vont en sens contraire. Mais par la même raison, supposant que par un instrument ou une méthode quelconque, ils puissent sçavoir en mer dans le cours de leur chemin, l'heure qu'il est dans le port d'où ils sont partis; il est certain qu'à la moitié de ce chemin, s'ils prennent l'heure au soleil, il leur paroîtra avoir avancé d'un demi jour ou douze heures, au quart de six, &c. s'ils ont fait route par l'Orient; & qu'au contraire il leur semblera qu'il a retardé de la même quantité, s'ils on été par l'Occident.

Il eſt de même évident, que quand ils obſerveront quatre minutes de différence entre l'heure du ſoleil & celle du port de départ, qu'ils auront par l'inſtrument ou la méthode dont nous venons de parler; ils ſeront fondés à conclure, qu'ils ont fait la 360e partie de leur route, ou ce qu'on eſt convenu de nommer un dégré : car quatre minutes eſt la trois cens ſoixantième partie du jour ou de vingt-quatre heures; & ainſi des autres différences.

Par ces méthodes ou inſtrumens, les marins connoîtroient donc toujours le chemin qu'ils auroient fait, ſoit dans le ſens où le ſoleil tourne, ſoit dans la direction oppoſée, c'eſt-à-dire la *longitude*, car c'eſt la même choſe; & comme ils ont facilement la *latitude* ou la hauteur du Pôle; au lieu de commettre dans l'eſtime de leur route des erreurs qui vont ſouvent juſqu'à 150 lieues; au lieu, dis-je, de ſe croire quelquefois à cette diſtance d'un écueil ou d'une côte; lorſqu'ils ſont ſur le point d'y échouer; ils connoîtroient, à très-peu près, le point du globe où ils ſeroient; &, ſelon l'expreſſion du célèbre Wolf, l'*art de la navigation ſeroit porté à ſa plus grande perfection* (*a*).

L'aſtronomie & l'horlogerie ſemblent ſe diſputer à

(*a*) Elementa Matheſeos univerſæ, 4e *vol.*, *pag.* 37.

l'envi la gloire de cette précieuſe découverte.

Pour y parvenir; la première préſente des tables calculées pour différens lieux dont la longitude eſt connue. Les unes marquent les temps des éclipſes, des immerſions & des émerſions des Satellites de Jupiter : d'autres, les lieux ou ſituations de la Lune, par rapport au Soleil, aux Etoiles, &c.

Voici la méthode générale, preſcrite par l'Aſtronomie, pour avoir, par le moyen de ces tables, la longitude en mer. Le navigateur ayant obſervé l'immerſion ou l'émerſion d'un des Satellites, par exemple; ou bien certains lieux ou certaine poſition de la Lune, par rapport au Soleil ou à des Etoiles remarquables; il déterminera exactement l'heure où il a vu ce phénomène céleſte; enſuite il cherchera dans les tables l'inſtant du jour indiqué pour ce même phénomène dans le lieu où elles ont été calculées, ou dans celui d'où il eſt parti, dont la longitude, comme nous l'avons dit, eſt connue : la différence entre l'heure où ce navigateur a obſervé le phénomène & celle où il a été vu ou doit ſe voir dans le lieu pour lequel les tables ont été calculées; lui indiquera la diſtance des deux lieux en longitude, par conſéquent; la longitude du lieu où il eſt.

Le moyen que l'horlogerie annonce, conſiſte en une montre ou meſure du temps quelconque d'une

justesse suffisante pour montrer au navigateur, à très-peu près, & à chaque instant, l'heure qu'il est dans le port d'où il est parti, & où il l'a règlée sur le soleil.

On voit au premier coup d'œil combien ce moyen est plus simple : qu'il peut procurer aux navigateurs vingt déterminations exactes de la longitude, pour une que la Lune & les Satellites de Jupiter leur fourniroient : qu'il les dispense d'un grand nombre de calculs si compliqués & si difficiles, qu'ils sont à la portée d'un très-petit nombre de personnes (*a*) ; qu'enfin, il est indépendant de tous les obstacles, qui en mer, peuvent s'opposer aux observations que nous venons de citer, & à leur précision. Aussi M. le chevalier Newton, cet homme immortel faisant, l'énumération des méthodes qu'il croit pouvoir remplir l'important objet dont nous parlons ; met une montre ou une pendule marine à la tête de cette liste (*b*).

Sans doute, l'invention des lunettes achromatiques, les heureux travaux de plusieurs sçavans hommes sur la théorie de la Lune & des Satellites de Jupiter, donnent lieu d'espérer que les tables qu'ils ont données de leurs révolutions, deviendront fort utiles

(*a*) Pour s'en convaincre, il suffit de lire ce que prescrivent pour la détermination des longitudes par la Lune, l'Auteur de l'abrégé du Pilotage, *p.* 225 & *suiv.* M. l'Abbé de la Caille, Ephémérides, *Tome V*, *p.* 31 & *suiv.*

(*b*) Journaux de la Chambre des Communes, *vol. XVII.*

pour la navigation ; mais, quand on feroit parvenu à porter ces tables & ces lunettes à la perfection desirée, quand on auroit réussi à mettre ces méthodes à la portée du commun des marins, ce que je crois difficile, pour ne rien dire de plus ; il faut convenir qu'elles feroient encore insuffisantes.

En effet, les erreurs produites par les seuls instrumens, au moyen desquels on mesure les distances de la Lune à tel ou tel point du ciel, ont fait dire à M. l'abbé de la Caille, qui par ses voyages, avoit été à portée d'en faire de fréquentes épreuves ; » qu'on au» roit grand tort de s'imaginer qu'on puisse s'assurer des » longitudes sur mer par la Lune, à moins de deux dé» grés ou 40 lieues marines près sous l'Equateur : quel» que bonne que soit la méthode qu'on y emploie : » quelque excellens que soieut les instrumens de l'es» pèce de ceux qui sont à présent en usage, & quelque » habile que soit l'observateur «. Mais si un sçavant Astronome désespère d'arriver à une plus grande précision par ces méthodes ; que doit-on en attendre entre les mains des marins, pour la plupart aussi peu exercés dans les calculs que dans les observations astronomiques ? Ajoutons à cela, qu'à chaque lunaison il se passe six jours sans qu'on puisse observer la Lune par sa proximité du Soleil, & que ces méthodes sont alors parfaitement inutiles.

(a) Ephémérides, *Tome V*, *p.* 31.

A l'égard des Satellites, ou plutôt du premier Satellite de Jupiter ; car il n'y a guères que celui-là dont les tables ayent une exactitude suffisante ; il n'est pas encore sûr qu'on puisse assez perfectionner les lunettes pour l'observer en mer. On ne le peut même à terre, que dans un temps fort serein : les moindres brumes suffisent pour en empêcher. D'ailleurs on est chaque année dans la conjonction de Jupiter avec le Soleil, plus de deux mois sans appercevoir ses Satellites ; & dans son opposition plusieurs de leurs éclipses sont fort incertaines. Enfin, comme le remarque M. Daniel Bernoulli (*a*), quand on supposeroit que les observations dont nous venons de parler, pussent avoir dans la pratique & en mer toute la précision requise ; elles seroient le plus souvent inutiles sans un instrument qui conservât l'heure avec exactitude, quand on l'auroit prise au Soleil.

Rien n'est donc plus important pour la sûreté des navigateurs & la perfection de leur art ; que l'invention d'une montre marine d'une exactitude suffisante pour leur donner la longitude. Mais indépendamment de cet avantage ; la nation chez laquelle cet instrument aura été premièrement perfectionné, en tirera un considérable. »Un si beau travail (dit Massi) (*b*) rendroit un très-

(*a*) *Recherches méchaniques & astronomiques sur la meilleure manière de trouver l'heure en mer*, pag. 21.

(*b*) Pièce qui a remporté le prix de l'Académie, en 1720.

» grand ſervice aux peuples du pays où on auroit d'a-
» bord perfectionné cette machine; puiſqu'il en fau-
» droit autant qu'il y a de navires en mer: ce qui donne-
» roit lieu à l'établiſſement d'une nouvelle manufacture
» qui produiroit de grandes richeſſes dans ce pays.

Ces réflexions me font eſpérer, que le public & les ſçavans, qui depuis quelque temps, paroiſſent s'occuper beaucoup du ſujet que nous traitons, verront avec ſatisfaction, le précis des épreuves faites ſur la montre à longitude de M. Harriſon, & ſur les miennes, un parallele des deux conſtructions & un expoſé des travaux de leurs auteurs. Pour plus d'ordre & de clarté, je traiterai chacun de ces articles ſéparément. On trouvera à la fin les preuves de l'ancienneté de mes recherches ſur cet important objet.

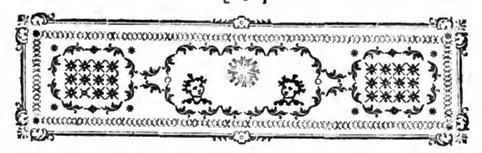
J'ai quelquefois été tenté de parler ſeulement de mon ouvrage: deux conſidérations m'ont déterminé pour le plan que je viens d'expoſer.

1°. Après un long travail, il eſt naturel de chercher à inſtruire le public de ce que ce travail peut avoir produit: or, quoique la conſtruction de la montre de M. Harriſon n'ait été publiée en Angleterre que vers la fin d'Avril 1767, tandis que la mienne a été préſentée au Roi le 5 Août 1766, & ſoumiſe au concours pour le prix de l'Académie le premier Septembre ſuivant; cependant comme les expériences faites ſur le *garde-temps* & les annonces de cette

montre, ſont antérieures aux miennes; beaucoup de perſonnes pourroient croire que mon ouvrage n'eſt qu'une imitation du ſien; j'ai penſé que rien ne ſeroit plus propre à les déſabuſer que le parallèle en queſtion.

En ſecond lieu, ce ne peut être qu'une choſe ſatisfaiſante de voir qu'un problême de cette importance a différentes ſolutions, & de pouvoir les enviſager du même coup d'œil : par-là, les perſonnes inſtruites ſeront plus en état de ſe déterminer dans le choix des divers moyens mis en œuvre par les auteurs.

Ces conſidérations ſuffiſantes pour me porter à publier cet écrit, n'ont pas été les ſeules qui m'y aient déterminé : diverſes circonſtances, inutiles à rapporter, m'y auroient encore engagé. En vain aurez-vous produit un ouvrage utile, ſi vous ne mettez pas le public à portée d'en profiter, & de vous rendre juſtice : Juge équitable, il ne peut prononcer que ſur les pièces qui établiſſent votre droit : les lui laiſſer ignorer, c'eſt en quelque ſorte s'aſſocier à une foule de gens toujours empreſſés à le ſurprendre. Je n'aurai point à me reprocher une négligence auſſi condamnable : après de longs délais; ſi quelques artificieux copiſtes peuvent me diſputer un jour le fruit d'un travail, qui par les circonſtances où je me ſuis trouvé, eſt ou trop peu ignoré ou trop peu connu; au moins n'aurai-je pas à me repentir d'avoir contribué à cette injuſtice par mon ſilence.



ARTICLE PREMIER.

PRECIS HISTORIQUE

DES TRAVAUX

DE

M. HARRISON,

ET DES

ÉPREUVES FAITES SUR SA MONTRE MARINE.

SELON le témoignage de toute l'Angleterre, JEAN HARRISON a employé plus de quarante années à la recherche des longitudes. Fils d'un Charpentier; cet homme célèbre travailla quelque temps ſous ſon père; mais l'impulſion de ſon génie l'initia bientôt dans l'art où il a depuis excellé. Après bien des inventions, que nous paſſerons ſous ſilence, comme peu importantes, eu égard à celles dont nous traitons; il imagina de compenſer les effets de la chaleur & du froid ſur les pendules, en compoſant leur verge de deux métaux inégalement dilatables. Dès l'année 1726 il conſ-

truisit deux pendules qui, dit-on, *ne s'écartoient pas l'une de l'autre d'une seconde en un mois* (a).

L'illustre Anglois avoit demeuré près d'un port de mer : connoissant la nature des mouvemens d'un vaisseau ; il construisit une horloge dont la justesse n'étoit point altérée par ces divers mouvemens. L'ayant apportée à Londres, son exactitude fit l'admiration des sçavans. MM. Halley, Smith, Machin, Bradley, Graham, &c. attestèrent que l'auteur avoit découvert & exécuté avec beaucoup de peine & de dépenses, une machine fondée sur des principes, qui paroissoient promettre une précision suffisante pour donner la longitude en mer.

Au mois de Mai 1736 cette montre fut mise sur un vaisseau de guerre qui alloit à Lisbonne. Pendant l'aller & le retour son mouvement ne fut point sensiblement changé, même par les tempêtes.

Les commissaires de la longitude ayant, en 1737, encouragé notre auteur, par un secours d'argent ; il construisit une seconde horloge d'une moindre grandeur, puis une troisieme plus parfaite, d'environ un pied en quarré, qui lui mérita la médaille d'or que la Société royale donne chaque année à celui qui a fait l'expérience ou la découverte la plus importante : son nom y étoit gravé. En la lui présentant, M. Folkes, président de la Société, commença par louer publiquement, dans M. Harrison, cette modestie si rare, compagne des vrais talens ; puis, lui adressant la parole : » C'est, *lui dit-il*, monsieur, au nom de la Société royale » que je vous présente cette petite marque de son estime :

(a) Connoissance des mouvemens célestes, années 1765 & 1767.

» elle vous félicite, par ma bouche, de vos fuccès. Je » defire fincèrement que les expériences qui vous reftent à » faire, répondent à de tels commencemens, qu'une fi » belle entreprife foit fuivie du fuccès le plus complet pour » votre réputation & pour votre avantage : tant d'années » employées d'une façon fi louable & fi laborieufe à culti- » ver les talens que le Ciel vous a donnés, méritent bien » que votre conftante perfévérance foit couronnée «.

Encouragé par ces fuccès, follicité par cette efpèce d'inquiétude avec laquelle un véritable artifte afpire à la perfection de fes ouvrages, après dix années paffées dans de nouvelles recherches, M. Harrifon fit enfin paroître une quatrième machine d'environ quatre pouces de diamétre.

Cette montre ou *garde-temps* (*a*), (comme il l'appelle) fit un premier voyage à la Jamaïque; mais les commiffaires de la longitude, d'après les rapports qui leur avoient été faits, arrêtèrent le 17 Août 1762, *qu'elle n'avoit pas été affez bien éprouvée.* Ils ordonnèrent donc un fecond voyage, déclarant cependant cette montre fort utile, & accordant à l'auteur une récompenfe de 2500 livres fterlings (58709 liv. tournois.)

M. Harrifon demanda fix mois pour donner à fon ouvrage une plus grande perfection. En cas pareil, il eft aifé de fe tromper; au lieu de fix, quatorze mois environ s'écoulèrent à faire ces corrections. Ce ne fut que vers le commencement de 1764 que M. Guillaume Harrifon, fils de l'auteur, s'embarqua avec le garde-temps, pour l'ifle de la Barbade.

(a) Time Keeper.

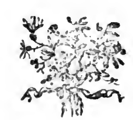
En conséquence du succès de ce second voyage, le 22 Mars 1765 les papiers publics annoncèrent ce qui suit (*a*) :

» La Chambre-Basse a assigné à M. Harrison, inventeur » de l'horloge de longitude, la moitié de la récompense » de 20000 livres sterling ; l'autre moitié lui sera payée dès » que les horloges faites sur son modèle, auront fixé, par » leurs essais, la longitude à trente milles géographiques » près, au lieu que la sienne ne la détermine qu'à quarante » milles, &c «.

Cette récompense fut accordée, sous la condition, qu'en livrant la montre, l'auteur, sur la foi du serment, donneroit une explication entière des principes sur lesquels elle étoit construite, ce qu'il fit dans le plus grand détail.

Enfin, le 26 Avril 1766 le bureau des longitudes se détermina à remettre le garde-temps entre les mains de M. Maskelyne, astronome royal, pour qu'il en fît des épreuves. Par ordre de ce bureau, ce sçavant a rendu publiques ses expériences que je vais rapporter.

(*a*) Suite des nouvelles d'Amsterdam, du 29 Mars 1765, art. de Londres, du 22 Mars.



EXTRAIT

Des obſervations faites dans l'Obſervatoire royal de Greenwich, ſur la montre de M. HARRISON.

DANS le deſſein où l'on étoit (c'eſt M. Maskelyne qui parle (*a*)) d'avoir une montre qui ne variât pas de plus de deux minutes en ſix ſemaines, temps à peu près d'un voyage aux Indes occidentales, il falloit que cette montre ne variât que de trois ſecondes par vingt-quatre heures, en prenant un milieu; car trois ſecondes par jour dans quarante-deux jours ou ſix ſemaines font 126 ſecondes ou 2′ 6″.

Depuis le 6 Mai 1766 juſqu'au 17 du même mois, la montre, placée horiſontalement, avança par un milieu de 19 ſecondes & demi par jour, & depuis le premier Juillet juſqu'à la fin de ce mois de 19 ſecondes $\frac{1}{10}$: mais, dans les deux mois ſuivans & dans la première moitié d'Octobre, la montre alla de 7 à 10 ſecondes par jour plus lentement.

Ce changement ſe fit au commencement d'Août, dans le peu de temps que nous eumes d'une chaleur, qui ne fût pas extrême; puiſque le thermométre de Fahrenheit, dans les maiſons, ne monta qu'à 73 dégrés. Le reſte de l'été fut tempéré.

On ne ſçait pas ſi cette différence a été occaſionnée par la chaleur; car, quoiqu'elle n'ait continué que pendant quelques jours, cette même différence a ſubſiſté juſqu'au milieu d'Octobre.

(*a*) Principes de la montre de M. Harriſon, page 26 & ſuivantes, &c. chez Jombert, &c.

Alors la montre avança de nouveau, à raison de 19 sec. $\frac{1}{10}$ par jour ; & en Novembre de 18 sec. $\frac{1}{10}$; mais en Décembre elle n'avança plus que de 13 sec. $\frac{1}{10}$; & vers la fin de ce mois elle alla plus lentement de 12 sec. & demi par jour, qu'elle n'avoit fait d'abord, quoique le thermométre ne fût pas au terme de la glace.

Dans le mois de Janvier de l'année 1767, la montre a été encore plus irrégulière, ayant retardé, dans certains jours, de quelques secondes ; quoique dans ce mois elle ait avancé en prenant un terme moyen de 6 sec. $\frac{1}{7}$. par jour. Il paroît que ces variations ont été occasionnées par la gelée, le thermometre de Fahrenheit étant descendu le 10 dans les maisons jusqu'à 32 dégrés $\frac{1}{2}$: ce jour-là la montre alla plus lentement qu'au commencement de 20 sec. $\frac{1}{2}$. Cependant, le 4 de ce mois elle avoit été plus lentement de 26 sec. par jour qu'au commencement ; quoique le thermométre ne soit descendu ce jour-là qu'environ 1 dégré $\frac{1}{2}$ au-dessous de la glace.

La plus grande différence dans la marche de cette montre prise dans deux différens jours fut de 28 sec., son plus grand avancement ayant été de 21 sec. $\frac{1}{2}$ le 25 Oct. 1766 ; & son plus grand retard, de 6 sec. & demi le 4 Janvier 1767. Il ne paroît pas qu'il y ait une liaison régulière entre ces variations de la montre & celles du thermométre : le même dégré du thermométre répondant à des variations très-différentes en différens jours, jusqu'à 15 secondes.

M. Guillaume Harrison, avant son départ pour la Barbade, déclara que la montre devoit avancer de 1 sec. par jour de 10 en 10 dégrés de descente du thermométre, & retarder d'autant de 10 en 10 dégrés de son élévation ; mais il paroît que sa marche a été trop irrégulière pour mériter qu'on ait

aucun égard dans le calcul à cette analogie ; puiſqu'au contraire de ce qu'il avance, le froid paroît avoir cauſé autant de retard en Janvier, que la chaleur d'avancement, en Août.

La marche de cette montre n'a pas paru affectée par les changemens de température qu'indique le barométre. Après l'avoir ſuivi jour par jour, M. Maskelyne la détermine de ſix en ſix ſemaines, temps que l'on emploie pour les voyages d'Amérique.

Depuis le 6 Mai 1766 juſqu'au 4 Mars 1767, on a ſix périodes de ſix ſemaines chacune.

Dans la première elle a avancé ſur le temps moyen de 13 min. 20 ſec., répondant à 3 dégrés 20 min. de longitude.

Dans la ſeconde,	de 8 min. 17 sec.	répondant à 2 d. .	4 m.
Dans la troiſième,	10 —— 5	. . . . . 2. . . .	31
Dans la quatrième,	12 —— 26	. . . . . 3. . . .	6
Dans la cinquième,	5 —— 42	. . . . . 1. . . .	25
Dans la ſix. & dern.	10 —— 54	. . . . . 2. . . .	43

Si l'on examine, pourſuit l'illuſtre Aſtronome, quelle eſt la différence dans la marche de la montre, pour les périodes qui ſe ſuivent immédiatement, on trouvera :

Que dans la ſeconde révolution, ſa marche étoit moindre que dans la première de cinq minutes trois ſecondes, qui répondent à un dégré ſeize minutes de longitude ; c'eſt-à-dire, vingt-cinq lieues marines, & un tiers ſous l'équateur.

Dans la troiſième révolution, ſa marche étoit plus grande que dans la ſeconde de	1 min. 48 sec.	0 deg.	27 min.	9 lieues.
Dans la quatrième, elle étoit plus grande que dans la troiſièm. de	2 m. 21 sec.	0	35 . . .	11 ¾

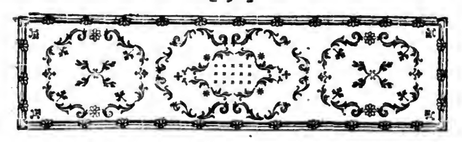
Dans la cinquième révolution, elle étoit plus grande que dans la quatrième de 6 min. 44 sec.	1 deg. 41 min. 33 lieues;
Dans la sixième révolution, elle étoit plus grande que dans la cinquième de 5 min. 12 sec.	1 - - - - 18 - - - 26

De ces cinq différences, il n'y en a donc qu'une moindre, qu'un demi dégré ou dix lieues, une autre entre un demi dégré & quarante minutes; les trois autres différences sont toutes au-dessus d'un dégré ou de vingt lieues.

De tout cela M. Maskelyne conclud (*a*), » Que la montre » de M. Harrison peut assurer la longitude à un dégré près » dans un voyage de six semaines; mais qu'elle ne peut » l'assurer à un demi dégré, que dans un voyage de quinze » jours, & que dans ce cas on doit la placer dans un lieu » où le thermométre soit toujours élevé de quelques dégrés » au-dessus du terme de la glace; que dans le cas où le » froid arrive à ce terme; la montre ne peut déterminer » la longitude à un demi dégré près, que pendant peu de » jours & peut-être moins, si le froid est fort intense : que » néanmoins cette invention est bonne & valable; & qu'en » la joignant aux observations des distances de la lune au » soleil & aux étoiles fixes, elle sera très-avantageuse à la » navigation «.

(*a*) *Ibid. page* 36.

PRÉCIS



ARTICLE II.

PRÉCIS

Des Recherches de l'Auteur, & de quelques épreuves faites sur deux montres marines de sa construction.

TANT que mon Ouvrage ne m'a point satisfait, au lieu d'annoncer fastueusement de foibles essais, j'ai cru plus sage de les perfectionner en silence : c'est la conduite que j'ai tenue pendant vingt-cinq années. Sans parler des efforts par lesquels j'ai tenté de perfectionner les différentes parties de l'art, & sur lesquels on peut consulter l'histoire de l'Académie des Sciences, pour les années 1752, 1755, 1763, (a) &c. Cette histoire fait foi, que dès 1748 j'avois construit un échappement dont le principe sert de base à celui de mes montres marines.

En 1750 j'annonçai un ouvrage intitulé: *Essai de Physique & de Dynamique sur le ressort des corps, &c.* (b). Cet écrit contient déjà la description de quelques tentatives foi-

(a) On peut aussi voir le Mercure de France, Août 1752, &c.

(b) Voyez le Mémoire sur l'Horlogerie de l'Auteur, p. 15. Voyez aussi le Journal de Trévoux, Janvier 1751, premier Volume.

bles, sans doute, sur les montres marines : celles d'un remontoir, d'un thermométre de compensation, &c. Au lieu de laisser reposer mon ouvrage neuf années, selon le précepte d'Horace ; il y en a dix-huit que je remets à le publier ; mais dans un sujet aussi difficile & de cette importance, je suis bien éloigné de m'en repentir ; sur-tout depuis que par mes montres marines les propriétés du ressort me sont mieux connues.

En 1754 je déposai au secrétariat de l'Académie un écrit cacheté, contenant le projet d'une nouvelle montre marine : on en verra une copie ci-après. Passons ici une infinité de recherches & d'essais qui m'occupèrent près de dix années : si ma patience ne m'a point manqué dans cette multitude de tentatives, celle du lecteur ne lui suffiroit peut-être pas pour en voir les détails.

Vers le milieu de 1763 je crus avoir approché du but : je présentai à l'Académie une montre ou pendule marine de trois pieds de longueur ; mais, dès l'année suivante j'en fis une d'un pied & demi : par ordre de l'Académie, M. le Monnier l'éprouva près d'une année. Enfin, en 1766 j'eus l'honneur de présenter à Sa Majesté à Bellevue, la troisième montre suspendue dans une boëte d'un pied quarré de grandeur sur huit pouces de hauteur. Je les fais actuellement circulaires de même diamétre & de même hauteur.

Il est un terme à tout, quelque compliquée que paroisse dans ses principes physiques ou dynamiques, une machine à exécuter ; ce n'est cependant qu'un problême physico-méchanique qui, comme tous les autres, a sa solution : à force de travail, y est-on parvenu, on ne peut aller au-delà. Depuis dix-huit mois que la troisième montre est finie, il ne s'est guères passé de jours, sans que j'aie cherché

ſi elle ne feroit pas ſuſceptible de quelques changemens avantageux ; inutile tentative ; la théorie & les faits me perſuadent qu'il ne reſte plus qu'à s'attacher à bien exécuter ces machines, en profitant de ce que les obſervations apprendront peut-être, dans l'uſage qu'on en fera. C'eſt de cet ouvrage dont je vais rendre compte.

Il concourut pour le prix de 1767 de l'Académie des ſciences, accompagné d'un Mémoire contenant les principes de ſa conſtruction. M. le Monnier ſuivit la marche de cette montre pendant trois mois ſur le mouvement des étoiles, & ſur une pendule de Graham. De ſes mains, elle paſſa dans celles de M. de Caſſini, qui l'ayant placé contre une pendule à thermométre de Julien le Roy, dit en plaiſantant, *l'auteur ſera jugé par ſon père.*

On ſçait ce que ces ſçavans aſtronomes ont déclaré, au ſujet de cette montre marine, *ſur-tout* (diſoit M. de Caſſini, en exhortant l'auteur à remettre au concours prochain) *n'en donnez pas une autre ; elle ne pourroit jamais être plus parfaite.* Auſſi, d'après le rapport de ces meſſieurs, & d'après le mémoire ; les commiſſaires auroient couronné l'ouvrage, ſi un membre des plus diſtingués de l'Académie n'avoit pas avancé qu'il falloit en faire avant des eſſais en mer. Cet avis ayant prévalu, l'Académie, dans ſon programme, s'exprima en ces termes :

» Dans le nombre des pièces qui ont concouru, le Mé-
» moire, N°. 5, qui a pour deviſe,

Labor omnia vincit improbus.

» (C'eſt celui de l'auteur) lui a paru mériter beaucoup
» d'éloges ; & la montre qui étoit jointe à ce Mémoire, a
» parfaitement réuſſi dans toutes les expériences qu'on en

» a pu faire depuis qu'elle a été remise entre les mains des » juges : cependant, comme elle n'a point été éprouvée à » la mer, ainsi que l'exige la question proposée ; l'Académie » a cru devoir suspendre son jugement jusqu'à ce qu'on » ait fait subir à cette montre l'épreuve dont il s'agit, &c.

Quand j'aurois pu satisfaire à ces demandes ; quel crédit auroient eu des certificats de capitaines ou pilotes marchands? sur-tout dans un cas qui requiert des observations astronomiques : un citoyen aussi distingué par son zele pour le bien public, que capable de le procurer par ses lumières, y suppléa heureusement ; il s'offrit avec une magnificence qui n'a point eu d'exemple, & qui vraisemblablement n'aura guères d'imitateurs, à satisfaire les vœux de l'Académie dont il est un des plus illustres membres.

M. le marquis de Courtenvaut, de l'aveu de l'Académie, choisit, pour l'accompagner, M. Messier, astronome de la marine, si connu par l'exactitude & le nombre de ses observations, & par son travail sur les cometes. M. l'abbé Pingré, bibliothécaire de sainte Genevieve, de l'Académie royale des sciences, fut nommé par Sa Majesté.

M. de Courtenvaut fit voir, à cette occasion, l'imperfection des méthodes d'usage pour vérifier l'exactitude des montres marines. Il soutint qu'en supposant qu'une telle montre partie d'Europe, donnât la longitude d'un port d'Amérique où elle arriveroit ; les erreurs ayant pu s'y compenser en mille manières, dans la traversée, l'épreuve seroit absolument insuffisante. Il proposa un voyage dans lequel, par de fréquentes relâches on pût vérifier par intervalles la marche des montres par le soleil & les étoiles. Ce projet,

(a) M. le marquis de Courtenvaut, capitaine-colonel des Cent-Suisses de la garde de Sa Majesté, vice-président de l'Académie Royale des Sciences.

qui fut goûté de l'Académie, paroît l'avoir été de même en Angleterre : le bureau de la longitude n'exige plus de M. Harrifon des voyages d'Amérique ; mais, qu'après avoir été dûement éprouvées à terre, fes montres le foient pendant *deux mois à bord d'un vaiffeau placé dans les Dunes* (*a*).

Le Havre étoit le port affigné pour l'embarquement : je partis pour cette ville avec deux montres marines le 5 Mai 1767 ; laiffant le foin de mon laboratoire & de mes affaires à M. Morin, qui, par une habileté rare, par des fentimens qui ne fe trouvent guères plus communément, & par vingt années d'affiduité, tant fous mon père que fous moi, s'eft acquis, de ma part, la confiance la plus entière & la mieux méritée.

J'avois fait l'épreuve de ces montres dans des fiacres, dans des voitures de la Cour, fur le chemin de Verfailles, &c. Comme elles n'en avoient fouffert aucun dommage, je n'avois pris pour leur tranfport, aucune précaution particulière. Je connus bientôt le tort que j'avois eu. Qu'on fe figure un tombereau allant la pofte fur des pointes de rochers : c'eft l'image de la chaife où j'étois, & du chemin que je trouvai dans plufieurs endroits. Je ne craignis pas moins pour mes membres que pour mes montres : le fil de fufpenfion du régulateur de l'ancienne, dont j'étois le plus affuré, caffa : c'eft un fil de claveffin. Le foir même j'en remis un autre dans l'auberge, & j'arrivai au Havre le 9, mes deux montres marchantes.

Une voiture plus douce ; une vis tournée d'un côté ou de l'autre qui eût empêché mon régulateur de porter fur le fil ;

(*a*) Principes de la montre de M. Harrifon, &c. *p.* 38.

eut prévenu l'accident. Tout le monde ſent cela : mille moyens pour l'éviter, ou pour y remédier parfaitement, ſe ſont préſentés depuis à mon imagination ; mais j'avoue que je n'avois pas compté ſur des chemins & des voitures auſſi rudes. On voit ici combien M. Harriſon a été plus heureux que moi ; le garde-temps fut embarqué ſur la Tamiſe à Londres, pour être porté dans le vaiſſeau à Potſmouth.

Je m'étois muni de deux ſortes de ſuſpenſions : par les unes, mes montres étoient montées ſur des reſſorts à peu près comme les carroſſes ; dans les autres, elles rouloient ſur des parties fixes. Dès le 10 au matin je me mis en mer ſur un bateau de pécheur avec une de mes machines, montée ſur les reſſorts ; accompagné de M. Hoguet, jeune homme de mes parens, dont le zèle & l'intelligence m'étoient parfaitement connus, & qui m'a ſecondé dans l'exécution de ces ouvrages. Le vent étoit *bon, frais*, & la mer agitée : malgré cela, ces reſſorts ne faiſant aucun mouvement, je les ſupprimai, quitte à les reprendre pour les voitures de terre, où ils me paroiſſent fort utiles.

Peu après, mes montres furent embarquées : nous allons les ſuivre dans cette navigation.



ÉPREUVES

Des montres de l'Auteur, dans le voyage de Hollande ; sur la frégate du Roi l'Aurore.

CE petit bâtiment, par l'élégance & la beauté de sa structure, avoit fait une telle impression sur les habitans du Havre où il a été construit sur les desseins & sous les yeux de M. Ozanne ; que l'arrivée de celui qui devoit le commander fut une fête pour la ville. M. le marquis de Courtenvaut y fut reçu le 12 Mai 1767, avec des acclamations bien flatteuses pour son oreille & pour la nôtre ; car ce fut aux cris cent fois réitérés de *vive le Roi.*

Le 15 je lui remis, en présence de MM. les commissaires astronomes, la montre marine qui avoit concouru, pour le prix ; de laquelle malgré l'accident réparé dans l'auberge, j'avois toujours la meilleure opinion. Je réservai, selon nos conventions, la seconde pour mes expériences particulières.

Leur marche ayant été constatée par des hauteurs correspondantes du soleil ; elles furent déposées le 20 Mai sur la frégate, dans la chambre du conseil, l'une à stribord, l'autre à bas bord : c'étoit peut-être l'endroit le plus désavantageux ; mais, comme le remarque M. de Courtenvaut, *il s'agissoit d'essayer ces montres, & non de s'en servir.* Nous appareillames le 21 Mai 1767 : le 22 nous nous mimes en rade, d'où nous simes voile pour Calais le 25.

Qu'on me permette d'observer encore ici tous mes désavantages. M. Harisson vraisemblablement a placé sa montre

vers le métacentre du navire, où le mouvement eſt le moins grand : il étoit d'ailleurs ſur des vaiſſeaux qui ne pouvoient être auſſi petits que le nôtre. L'*Aurore* n'eſt percée que pour quatorze canons de quatre livres de balle, & (comme le dit M. de Courtenvaut, dans ſon Mémoire) *ſon arrimage contribuoit à en rendre le roulis fort grand* (a). Auſſi mes expériences ſur les inclinaiſons du vaiſſeau different-elles beaucoup de celles de M. Guillaume Harriſon : ſelon lui, dans *le plus grand roulis elles ſont de quinze dégrés, & la plus grande inclinaiſon, quand le vaiſſeau eſt à la bande, eſt de douze.*

J'avois diſpoſé pour ces obſervations un pendule d'environ neuf pouces de longueur, dont l'extrémité inférieure répondoit ſur un limbe gradué. Le frottement que ce pendule éprouvoit ſur les pivots qui le ſoutenoient, joint à la réſiſtance de l'air qu'on peut y augmenter, l'empêchoient d'aller au-delà du terme de l'inclinaiſon du navire, dans ſes divers mouvemens. Voici ce que j'ai obſervé par ſon moyen.

L'inclinaiſon dans le roulis a été quelquefois à 18, 19, 20 dégrés ; & dans le paſſage du Texel, ſelon mon eſtime, elle a été juſqu'à 25. Quant à celle du tangage ; par mes obſervations, elle n'excéderoit guères trois ou quatre dégrés. J'ai de même obſervé la durée des oſcillations : celles du roulis étoient de trois ſecondes ; & celles du tangage d'une ſeconde un quart ou un tiers.

La frégate arriva le 26 à Calais. Comme on n'avoit pas aſſez préciſément la poſition en longitude de cette ville & du Havre, on ne put pas fixer exactement la marche de la

(a) Il y avoit deux forts canots ſur le pont, & un petit ſur le gaillard d'arrière.

montre

montre en mer : ſeulement on remarqua dans ſon mouvement une accélération d'environ une ſeconde par vingt quatre heures : ce fut à cette occaſion que M. de Courtenvaut écrivit aux Miniſtres & à l'Académie la lettre la plus favorable à l'auteur, & à ſon ouvrage : elle a été rendue publique.

Le 6 Juin au matin l'*Aurore* ayant fait voile pour Dunkerque, arriva le ſoir en rade de cette ville, à une lieue environ du port. Le lendemain après midi les montres furent tranſportées à terre, dans un canot qui rouloit beaucoup, les matelots les portèrent enſuite fort négligemment l'eſpace d'une demi-lieue, à l'intendance. Les très-grandes ſecouſſes qu'elles éprouvèrent alors occaſionnèrent dans celle des commiſſaires, que je nommerai déſormais la première, un effet ſenſible. Ils y remarquèrent pendant notre ſéjour en cette ville, une accélération d'environ 5 ſecondes par 24 heures.

Comme je ne vis rien de ſemblable dans la ſeconde ; je ne doutai point que le nouveau fil remis dans l'auberge, ſans les ſoins requis, ne ſe fût tant ſoit peu redreſſé par les ſecouſſes réiterées, & peut-être par les nouveaux dégrés de chaleur que la machine avoit reçus. Je le déclarai, ajoutant, pour preuve de ce que j'avançois, que ce fil ceſſeroit bientôt de s'étendre en ſe redreſſant, & qu'alors l'accélération finiroit, ce qui en effet ne tarda pas à arriver.

Les montres ayant été tranſportées à la frégate, comme elles l'avoient été à l'intendance ; l'*Aurore* fit route pour Amſterdam le 19 Juin. Nous paſſames heureuſement les bancs de Flandre ; mais les vents s'étant déclarés contraires, M. de Courtenvaut ordonna de relâcher dans la Meuſe : nous la remontames juſqu'à Roterdam ; non ſans admirer les aſpects

agréables & continuellement variés que nous offroient ses rives.

Par les observations faites dans l'amirauté de cette ville, l'accélération de la première montre continuoit encore. Selon le calcul des commissaires, rapporté par M. de Courtenvaut, dans la rentrée publique de l'Académie du 14 Novembre 1767, en 35 jours, elle auroit produit une erreur de 13 lieues dans la longitude sous l'équateur. Cette montre n'eut donc pas été tout-à-fait dans le cas indiqué par l'Angleterre pour les trois quarts de la récompense, ou les 15000 liv. sterl. car l'erreur qu'elle auroit occasionnée dans la détermination de la longitude en 42 jours, auroit été d'environ 17 lieues sous l'équateur, c'est-à-dire, qu'elle auroit varié pendant ce temps de 205 sec. & par un milieu de 4 sec. $\frac{1}{7}$ par 24 heures. La suite fera connoître que si alors elle ne fut point dans les limites marquées pour la récompense entière, l'accident arrivé sur le chemin du Havre, joint aux deux transports par terre qu'elle essuya à Dunkerque, en fut la cause.

Le 29 Juin nous laissâmes Roterdam qui, comme la plupart des villes de Hollande, est un jardin immense, dans chaque allée duquel règne un canal bordé de maisons d'un aspect fort agréable. Descendant la Meuse, l'*Aurore* fut mouiller devant la Brille, située vers son embouchûre : ce fut là que le 5 Juillet, satisfait de mes expériences sur la montre que je m'étois réservée, je la remis aux juges; déclarant, comme il est constaté par les procès-verbaux, que je suis ici pas à pas, & dont une copie signée des commissaires m'a été délivrée; *qu'elle n'avoit point eu les accélérations successives de la première; qu'au Havre elle avançoit journellement de* 11 *sec. sur cette première; mais qu'alors la différence dans la marche des deux machines, n'etoit que de* 5 *sec. en* 24 *heures.*

Vers ce temps je jugeai, par le mouvement comparé des deux montres, que celui de la première, comme je l'avois annoncé, cessoit de s'accélérer : l'extrait des procès-verbaux transcrit dans les *Pièces justificatives*, jusqu'au jour où les deux montres furent portées dans l'amirauté d'Amsterdam, en est une preuve. Pour faire voir combien ces sortes de montres sont peu susceptibles d'être dérangées par les mouvemens mêmes les plus outrés d'un vaisseau ; je rapporterai un précis de notre navigation jusqu'à ce jour.

Le 7 nous fimes une tentative pour sortir de la Meuse, mais elle fut inutile. Nous déboûquames, non sans danger, le 8 de grand matin, & le soir nous mouillames à l'entrée du Texel, arrêtés par les vents contraires.

Dans ces parages *la lame est courte*, (disent les marins) la mer y est si rude : pour l'ordinaire il y règne un vent si impétueux, que quand ils se rencontrent ; *vente-t-il toujours au Texel ?* se demandent-ils par plaisanterie.

Nous éprouvames bientôt par nous-mêmes tout ce qu'on nous en disoit. Le vent s'éleva dans la nuit avec une telle furie ; le roulis devint si violent, que le pilote de quart jetta, par ses cris, l'allarme dans toute la frégate. Nous chassames sur notre ancre, & nous crumes la perdre. On sonna la cloche : tout l'équipage monta sur le bord ; on jetta une seconde ancre qui heureusement fixa le vaisseau.

Le lendemain nouvelle alerte ; par la violence du vent & des flots, les cables des deux ancres s'étant mêlés donnoient au navire des secousses affreuses, en le prenant par son travers. On y remédia, non sans beaucoup de peine.

Le 10, nous levâmes les ancres, & passames le Texel, allant au plus près : la frégate étoit si inclinée que non-seulement la batterie, mais même la bande étoient sous l'eau :

le foir nous entrames dans le Zuider-Zée ; nous y courumes des bordées jufqu'au lendemain, qu'arrivant au Pampus, un grain furieux nous furprit, toutes nos voiles dehors. Nous entrames enfin dans le magnifique & immenfe port d'Amfterdam, ou plutôt dans une forêt flottante.

Affurément cette navigation n'a pas été tranquille, fur-tout dans un petit bâtiment trop chargé dans la partie fupérieure : cependant, par l'extrait des procès-verbaux ; on voit que depuis le 5 Juillet jufqu'au 15 de ce mois, la plus grande différence dans le moyen mouvement des deux montres n'a été que d'une feconde $\frac{1}{3}$ en 24 heures.

M. de Courtenvaut s'étoit propofé de s'engager dans la mer du Nord ; mais la faifon s'avançoit : d'ailleurs, comme il le dit dans fon mémoire : *le retour au Havre étoit fuffifant pour éprouver la feconde montre, & pour conftater que l'accélération de la première étoit parvenue à fon terme*, comme je l'affurois. On commença donc à examiner la marche des montres dans le retour depuis le 15 de Juillet, où ayant été comparées à l'heure du foleil, à l'amirauté d'Amfterdam, elles furent reportées à bord.

L'*Aurore* ayant appareillé le 23, arriva le 26 à la vue de Helder où elle fut forcée de refter jufqu'au 3 Août. Pendant tout ce temps, comme nous étions à terre, le foin de remonter les montres fut confié au pilote ; ce que je ne fuis pas fâché de remarquer, pour montrer qu'elles ne demandent aucunes précautions particulières.

Nous quittames la Hollande, infiniment fatisfaits de l'accueil qu'on nous y avoit fait ; la fimplicité, le calme, l'abondance, l'extrême propreté, mais fur-tout la cordialité que nous y remarquames entre des perfonnes de religion & de conditions extrêmement différentes, le zèle avec lequel

chacun, à sa manière, y rend un hommage paisible à l'auteur de la nature, seront longtemps pour nous des sujets d'admiration.

Nous mouillames le 5 Août devant Calais; le 6, quoique le vent eut extrêmement calmé; nous comptions arriver le soir à Boulogne: nous n'en étions plus plus qu'à deux lieues, & déjà quoique la nuit fût close, nous étions passé sur des chaloupes qui devoient nous y conduire: en un instant le vent qui étoit à l'est tournant subitement à l'ouest, souffle avec une telle furie, que ce n'est pas sans beaucoup de danger que nous remontons à bord: bientôt le tonnerre & les éclairs se succedent de toutes les parties de l'horison, & la mer est lumineuse. L'idée qui me resta de ce grand tableau & de quelques autres, c'est qu'à terre & sur-tout dans nos villes, on n'a qu'une foible idée des forces de la nature; c'est en mer où toujours agissante, & les déployant avec liberté, elle en montre toute l'énergie.

Le lendemain dans la matinée nous entrames dans Boulogne, où la meilleure compagnie & une société des plus agréables nous dédommagèrent amplement des fatigues de la mer, & du fastidieux séjour de Helder. Nous établimes un observatoire dans la basse ville. La marche des montres vérifiée par des hauteurs correspondantes; la première n'avoit acquis que les $\frac{5}{7}$ d'une seconde d'accélération par 24 heures, & la deuxième seulement $\frac{1}{5}$.

Les vents contraires nous retinrent dans ce port jusqu'au 27 que nous en sortimes avec le *Jusant*, pour regagner le Havre où nous arrivames le 28. Le 30, on dressa un procès-verbal dont voici l'extrait.

» Ce jour, après les hauteurs du soir, M. le Roy a dé-
» monté ses montres marines en notre présence. Nous pou-

» vons assurer que tous les mouvemens extraordinaires
» qu'elles ont éprouvés depuis qu'elles nous ont été remi-
» ses, n'y ont occasionné aucun dérangement. En foi de
» quoi, &c.

Signé, COURTENVAUT.

PINGRÉ, MESSIER.

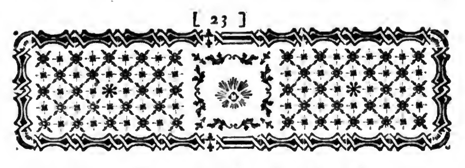
Peu après mon retour à Paris je transportai mes montres marines à Colombe, où M. de Courtenvaut a un observatoire, afin qu'il eût la bonté d'en vérifier de nouveau la marche. Comme ses instrumens n'étoient point encore en état, il ne put les observer qu'une quinzaine de jours environ, avec M. Messier, pendant lesquels, selon ce qu'il a déclaré dans le Mémoire lû à la rentrée de l'Académie, il y a *reconnu la même justesse*. Il résulte de ce Mémoire :

1°. Que la plus grande erreur de ces montres, d'un jour à l'autre, a été de 5 sec. une seule fois, & dans la montre à laquelle est arrivé l'accident : quant à l'autre, on n'y a jamais remarqué que des différences beaucoup moindres.

2°. Que pendant les 46 jours du retour ; la première n'ayant avancé que de 38 secondes, auroit donné la longitude dans un voyage aux Indes occidentales, à moins de trois lieues près.

3°. Que pendant ce même temps la seconde n'ayant varié que de 7 secondes $\frac{1}{4}$, elle auroit donné la longitude à $\frac{2}{3}$ de lieue ou à la trentième partie d'un dégré.

Enfin, qu'on est assuré que cette précision ne résulte pas de plusieurs erreurs qui se sont compensées.



ARTICLE III.

PARALLELE

De la Montre à longitude de M. HARRISON avec les miennes.

QUELQUE différence qu'on puiſſe remarquer dans ces deux machines ; elles ſont cependant conſtruites ſur deux principes capitaux, qui doivent ſervir de baſe à tout ouvrage de ce genre.

Par le premier, toutes les parties de la machine doivent conſerver leur identité, autant qu'il eſt poſſible. Par le ſecond, les altérations ou variations qui peuvent y ſurvenir, doivent s'y compenſer ou être corrigées, de manière que leur effet ſur la marche ou le mouvement de la montre deviennent inſenſibles.

A ces deux principes nous en joindrons un troiſième : c'eſt qu'il faut que les moyens dont on ſe ſert pour remplir les deux points de vue qu'on vient d'expoſer ; ſoient les plus ſûrs, les plus ſimples & les plus faciles à mettre en œuvre qu'il ſoit poſſible.

En effet, les commiſſaires Anglois l'ont bien ſenti ; il ne ſuffit pas, pour la ſolution complette de ce grand problême, des longitudes, de faire une montre qui conſerve l'heure

en mer avec la justesse requise; cette justesse doit encore résulter évidemment des principes qui entrent dans sa construction : de plus, la difficulté d'en construire de pareilles ne doit pas être si grande qu'on ne puisse être toujours assuré d'en produire de semblables. Autrement cette invention, au lieu d'être d'un usage universel, ne seroit utile qu'à un très-petit nombre de navigateurs qui en jouiroient comme par hasard. Ces principes nous guideront dans le parallèle que nous allons donner des deux constructions, d'après la traduction Françoise des *principes de la montre de M. Harrison*, &c. & d'après le Mémoire que j'ai remis à l'Académie pour le concours de 1766.

M. Harrison paroît en grande partie avoir appuyé la constance & la justesse de sa montre sur la dureté des parties frottantes (*pag. 6*) *les trous sont percés dans des rubis; les pivots ont des diamans à leur pointe; les palettes sont de diamant, &c.*

Il n'y a ni rubis, ni diamans dans mes montres marines; les engrenages s'y font, autant que je l'ai pu, dans le milieu des axes : toutes les roues sont horisontales : les deux dernières portent sur l'extrêmité de leur pivot inférieur : ces avantages ne se rencontrent point dans le rouage de M. Harrison : quant aux pivots de mon régulateur, ils tournent entre des rouleaux, dont la propriété est assez connue, & le balancier horisontalement suspendu par un fil de clavecin, n'occasionne aucun frottement par son poids.

Le travail que contient le garde-temps, uniquement afin que le moteur soit uniforme, montre assez combien cette uniformité est importante pour sa justesse. Outre le grand nombre de dents que l'auteur donne à ses roues, dont la moins nombrée a 96, les autres ayant 108, 112, 120, &c. & les pignons 14, 16, 18, &c. Voici le nombre des pièces

ces

ces qu'il a employé pour cette ſeule uniformité.

1°. Une roue, & ſon pignon concentrique à la roue de champ, dans lequel engrene la troiſième roue, en terme de l'art, *la ſeconde roue moyenne :* les dents de celle-ci, au nombre de 140, au lieu d'être à l'extérieur de ſa circonférence, ſont, au contraire, dans ſon intérieur ; les pointes regardant le centre, ce qui eſt d'une exécution fort difficile.

2°. Une autre roue avec ſon pignon qui ne tournent qu'autant que la détente les laiſſe libres.

3°. Un pignon dans lequel engrene la cinquième roue, portant un volant qui modère la vîteſſe du rouage.

4°. Un petit barillet avec ſon reſſort, porté par la roue de champ, & remonté tous les huitièmes de minute, &c.

5°. Une détente portant un rouleau, dégagée pareillement toutes les huit minutes, le reſſort qui agit ſur elle, &c.

6°. Pluſieurs ponts néceſſaires dans cette conſtruction.

Toutes ces pièces paroiſſent d'un ajuſtement très-difficile. Il y faut ajouter, pour faire marcher la machine, pendant qu'on la remonte, *le rochet perpétuel*, ſes deux cliquets & leur reſſort.

Un barillet contenu dans l'intérieur de la fuſée, ſon reſſort, &c.

Toutes ces pièces ne ſont point dans mes montres, quoiqu'elles aillent, quand on les remonte. Leur rouage n'eſt compoſé que de quatre roues & leur pignon ; d'un barillet denté à ſa circonférence, & d'une roue de cadrature. La plus nombrée de ces roues a 70, & le pignon du plus haut nombre a douze aîles ; ce que je crois auſſi favorable à la ſolidité, qu'à la facilité de l'exécution. Ces deux choſes ſont importantes dans la fabrique de ces

inſtrumens, qui, pour devenir d'un uſage univerſel, doivent pouvoir être exécutés & raccommodés; ſinon par tous les ouvriers, du moins, par le plus grand nombre de ceux dont le talent eſt au-deſſus du médiocre.

Rien ne peut être trop ſimple dans une machine deſtinée pour les marins, & à être tranſportée dans tous les lieux & dans tous les climats. Cette conſidération m'a déterminé à n'employer qu'une roue & un pignon pour la cadrature, au lieu de quatre roues, deux pignons, trois coqs, &c. qui ſont dans celle du garde-temps, les ſecondes s'y marquant par un renvoi & celui de la roue des heures, étant double; au lieu qu'il eſt ſimple dans ma montre.

La juſteſſe de ma machine eſt fondée ſur la ſuppreſſion des frottemens dans le balancier, l'iſochroniſme de ſes vibrations, & ſa très-grande puiſſance. Ce qui ſuit fera voir combien en effet ce régulateur dans mes montres eſt puiſſant, eu égard à ſa force motrice.

Le barillet du garde-temps a, ſelon la gravure qui le repréſente, 19 lignes de diamétre; celui de ma montre en a 18 : tous deux ſont de même hauteur; cependant le balancier de M. Harriſon, qui donne cinq vibrations par ſecondes, a deux pouces $\frac{2}{10}$ de diamétre (*page* 5). *Il pèſe* (dit-il pag. 9) *trois fois autant que le balancier des groſſes montres ordinaires de poche;* c'eſt-à-dire, environ trente-ſix grains, les balanciers les plus lourds des montres peſant dix ou onze grains à peu près. Or, mon régulateur, qui fait deux vibrations par ſeconde, parcourant à peu près cent vingt dégrés dans chaque, a quatre pouces & demi de diamétre, & pèſe environ cinq onces.

Selon l'artiſte Anglois (*page* 1.) *les grands arcs de vibration du balancier ſe décrivent naturellement en moins de*

temps que les petits : il les a rendus iſochrones par la courbe de ſes palettes (*a*), & c'eſt ce qu'il appelle *la cheville cycloidale* (page 3.)

Ces moyens ſont ingénieux ; mais de quelle difficulté ne doit-il pas être, de former les parties d'une courbe, ſur des palettes de diamant, qui, ſelon la deſcription, n'ont pas une demi-ligne de grandeur ? Combien cette difficulté ne paroîtra-t-elle pas plus grande encore, ſi l'on conſidère que, comme il me feroit facile de le démontrer, cette courbe, pour être exacte, devant changer ſelon la forme, la longueur, l'épaiſſenr & la force du reſſort ſpiral, elle devroit être différente, non-ſeulement dans chaque montre qu'on feroit, mais même à chaque reſſort réglant qu'on remettroit à la même montre ; il en faut dire autant de la poſition de la cheville cycloidale : il eſt donc à craindre qu'une telle méthode ne puiſſe être pratiquée avec ſuccès que par des artiſtes qui auroient les talens & toute la conſtance de M. Harriſon.

La méthode que j'ai eu le bonheur de trouver, eſt auſſi aiſée que la précédente paroît difficile. J'ai reconnu une propriété dans le reſſort, au moyen de laquelle je parviens facilement au plus parfait iſochroniſme des vibrations : des ſçavans ont quelque temps douté de cette admirable propriété du reſſort, dont la découverte paroît eſſentielle, tant pour l'art de meſurer le temps, que dans la phyſique générale, & peut-être dans la muſique ; mais elle eſt inconteſtablement prouvée par les expériences que je rapporterai ci-après (*b*).

(*a*) Préface, *pag.* 4, principes de la montre, &c. *pag.* 10. Remarques, &c. *pag.* 2.

(*b*) J'ai conſigné dans le mémoire que je remis à l'Académie le 5 Septembre 1766, & qui a été paraphé le 2 Mai 1767, par M. de Fouchi, ce moyen de parvenir à l'iſochroniſme des vibrations d'un reſſort, ſans contredit, infiniment meil-

Fondé ſur cet iſochroniſme, j'ai ſupprimé la chaîne & la fuſée dans ces montres. Après avoir peſé, dans le mémoire qui a concouru pour le prix de l'académie, les avantages & les inconvéniens de cette fuſée, j'ai conclu que, dans mes montres marines, elle ſeroit ſuperflue, déſavantageuſe même, quoique fort utile dans les montres ordinaires, & ſans doute dans le garde-temps.

Avec cette grande ſimplification, je n'en parviens que plus aiſément à l'uniformité de marche dans ces montres: l'expérience le prouve. Elles vont trente heures ſans être montées ; en examinant leur marche dans les quinze premières, & dans les quinze dernières, on n'y trouve aucune différence aſſignable. M. de Caſſini a obſervé une de ces montres de trois heures en trois heures, pendant vingt-quatre heures, ſans y remarquer aucune variation ſenſible.

Les effets des différens dégrés de chaleur & de froid ſuffiroient ſeuls pour faire varier ces ſortes de montres de ſix à ſept minutes en vingt-quatre heures. M. Harriſon les compenſe par le raccourciſſement ou l'allongement du reſſort réglant, au moyen (*page 3*) de deux lames minces de cuivre & d'acier rivées enſemble, &c. Ces effets ſont corrigés dans mes montres par deux petits thermomètres, au moyen deſquels une portion de la maſſe du balancier, s'approchant ou s'éloignant du centre, produit la compenſation deſirée.

Selon M. Maskelyne, l'ingénieux thermomètre de M. Harriſon ne ſeroit pas ſans quelques défauts : le compte qu'il a rendu de la marche du garde-temps par différentes tempéra-

---

leur, plus ſimple & plus sûr que tous ceux dont on pourroit ſe ſervir. J'en ai donné la démonſtration dans ce Mémoire.

tures, me donne de fortes fufpicions fur ce fujet : d'ailleurs, il a fallu, pour corriger l'effet du poids des lames, (*page* 32) donner plus de pefanteur au balancier, près de l'heure XII : c'eft peut-être ce qui empêche M. Harrifon de fe fervir des fufpenfions *à la manière des bouffoles*. Quoi qu'il en foit, mes thermométres ne font point fufceptibles de cet inconvénient, j'ai rendu le balancier d'égale pefanteur par-tout : felon moi, ce point eft capital.

Il paroît que M. Harrifon ne conftruit fes montres que pour des dégrés de chaud & de froid très-modérés. On lui a propofé (*page* 38) qu'elles fuffent obfervées par le temps, le plus froid & à un dégré de chaleur qui fît monter le thermométre de Farheinhet au 86me. dégré, répondant au 28me. de Réaumur, qui eft un dégré qu'on éprouve fous la Zone torride, & même fouvent dans nos climats (*a*). Cette demande a, dit-on, paru bien dure à fes amis; d'un autre côté, on a vu, par le rapport de M. Maskelyne, combien dans fes expériences les effets du froid & du chaud ont été fenfibles fur le garde-temps.

M. le marquis de Courtenvaut peut rendre témoignage que, de mon propre mouvement, je lui ai propofé d'éprouver une de mes montres; non-feulement au 86me. dégré, mais même au centième; l'affurant, d'après mes expériences, qu'il n'y remarqueroit aucune différence fenfible. D'ailleurs, la montre qui a concouru, a été obfervée fans erreur remarquable, par MM. Caffini & le Monnier, dans le rude hyver de l'année dernière. Il n'y avoit point de feu dans leur obfervatoire.

L'échappement, cette partie de la montre, par laquelle

(*a*) La chaleur de 1753 en France eft marquée fur nos thermométres 30 ½.

la force motrice imprime le mouvement au régulateur, eſt une des plus eſſentielles. Celui de mes montres eſt à repos; mais à la différence de tous les autres, le repos ſe fait ſur un appui étranger au régulateur; par-là les vibrations, preſque entièrement libres, s'exécutent ſans frottement, & comme ſi le balancier étoit ſéparé de la montre. Quant à celui de M. Harriſon, il ne paroît pas différer beaucoup des autres échappemens à repos, ſur-tout de celui qui, dans le *Traité méchanique & pratique de l'Horlogerie* (a), eſt attribué à M. Flamanville: le dos des dents de la roue frotte ſur des courbes, au lieu de repoſer ſur des aſſiettes ou portions de cylindre: auſſi faut-il mettre de l'huile aux palettes, ainſi qu'aux trous des pivots du balancier (*page* 7). Il n'en faut point à ces parties dans mes montres marines.

Par la ſuppreſſion preſque totale de ces frottemens dans ma machine, loin de craindre un voyage aux Indes orientales, je ſuis fortement perſuadé que mes montres marines doivent aller pendant cinq ou ſix années ſans dérangemens conſidérables.

M. Harriſon (*page* 5) fait agir ſa roue de rencontre vers le centre du balancier. Le *ſon des cloches* lui donna (dit-on) cette idée; je la fais au contraire chaſſer, parce que j'appelle la *circonférence de percuſſiôn*.

Il étoit eſſentiel, pour l'uſage du garde-temps, qu'il ne fût point déréglé quand on le nétoieroit, pour cela, (page 3.) *Le piton où eſt attaché l'extrêmité extérieure du reſſort ſpiral, s'ajuſte à la platine au moyen d'une vis, de manière qu'on peut ôter & remettre le balancier ſans toucher à ſon reſſort & ſans en changer la ſituation.* Je crois avoir en-

(a) *Tome I, p.* 108, *Fig.* 26.

core mieux rempli cette condition. Dans mes montres, toutes leurs pièces font difpofées de manière qu'on peut les féparer & les nétoyer fans démonter aucune partie du régulateur, qui en effet ne doivent jamais l'être; & le temps de fes vibrations eft d'autant moins fujet à être changé quand on nétoie la machine, que ces vibrations, comme je l'ai dit, font prefque libres, & qu'il n'y a point d'huile au balancier.

La montre qu'a éprouvé l'illuftre aftronome de Gréenwich, n'a (*p. 3*) aucune méchanique, par le moyen de laquelle on puiffe la règler, comme dans les montres ordinaires : on a, dit-il, *effayé d'y en appliquer une, mais fans fuccès.* Au moyen de deux vis on règle les miennes avec facilité. M. de Thury ayant exigé que je réglaffe fur la pendule de l'Obfervatoire une de ces montres qu'il éprouvoit; à fon grand étonnement j'y parvins, dès la feconde opération : en vingt-quatre heures, la pendule & la montre ne s'écartoient pas l'une de l'autre d'une feconde.

Le garde-temps doit être fixement attaché au vaiffeau: (*Page* 30) il eft mobile à la main fur une portion de cercle, & felon que le navire panche d'un côté ou de l'autre; pour prévenir l'erreur qui en naîtroit, il faut le remettre dans la fituation horifontale. M. Harrifon fils a eu cette attention dans le voyage à la Barbade. Il paroît douteux que dans les vaiffeaux marchands, la nuit, dans les groffes mers, les marins vouluffent prendre de tels foins. Mes montres ne les exigent point; ajuftées fur une fufpenfion de Cardan, elles gardent la même fituation fans aucun fecours étranger.

Enfin, dans un écrit intitulé : *Situation de M. Harrifon*; L'auteur déclare que *fon opinion eft, qu'un ouvrier affez habile dans l'Horlogerie, peut, en travaillant un an fous*

ses instructions, devenir parfaitement en état de faire de ses montres. Pour moi, j'oserois promettre qu'une heure d'attention, & l'inspection de ma machine, suffiroient pour mettre un pareil ouvrier en état d'en faire une semblable.

RESULTAT.

Il suit de ce qui précède, du rapport de M. de Courtenvaut, du Programme de l'Académie, des procès-verbaux, *&c.*

1°. Que de deux montres à longitudes, de même construction que j'ai soumises aux épreuves de la Mer; la première a d'abord eu une accélération, qui en 35 jours l'a fait avancer de 156″, c'est-à-dire, un peu moins de 4″ ½. par jour; qu'ainsi dans un voyage d'Amérique, elle n'auroit donné la longitude qu'à un peu moins d'un dégré, cas où le Parlement d'Angleterre promet seulement la moitié de la récompense, c'est-à-dire, dix mille livres sterling.

2°. Que si cette montre n'a pas été pendant ce temps avec une précision plus grande, cela vient évidemment de l'accident qu'elle a éprouvé sur le chemin de Paris au Havre, par les secousses excessives qu'elle y a reçues pendant près de quatre jours.

3°. Qu'entre ces deux montres comparées ensemble, depuis le 5 Juillet jusqu'au 15 de ce mois, par une navigation extrêmement rude, dans un très-petit navire, dont l'arrimage augmentoit le roulis, le plus grand écart en 24 heures n'a été que d'une seconde ½.

4°. Que pendant trois mois & demi, la plus grande variation, remarquée dans ces montres d'un jour à l'autre, a été de

de 5 secondes, une seule fois dans celle où est arrivé l'accident : qu'à l'égard de l'autre, on n'y a jamais remarqué que des variations beaucoup moindres.

5°. Que pendant les 46 jours employés dans le retour ; la première n'ayant avancé que de 38 secondes, auroit donné la longitude dans un voyage aux Indes Occidentales à moins de 3 lieues ou à peu près la septième partie d'un dégré même sous l'équateur ; qu'ainsi son exactitude a été plus de trois fois plus grande que M. Maskelyne ne l'exigeoit du garde-temps, & que le Parlement d'Angleterre ne le demande pour accorder la récompense totale de vingt mille livres sterling.

6°. Que la justesse de la seconde a été au-delà de tout ce qu'on pouvoit attendre, puisque pendant ce même temps n'ayant varié que de 7 sec. $\frac{1}{4}$, elle auroit donné la longitude à $\frac{5}{6}$ de lieue ou à la trentième partie d'un dégré ; que par conséquent elle a été 15 fois mieux que l'Angleterre ne le demande pour la récompense totale ; son exactitude ayant été 18 fois plus grande que M. Maskelyne ne l'exige.

7°. Que par les observations faites dans la relâche, on est assuré que cette exactitude ne vient pas de plusieurs erreurs qui se sont compensées.

8°. Qu'au retour à Paris, ces montres ayant été transportées à l'Observatoire de Colombe, pendant le peu de tems qu'elles y ont été éprouvées, *on y a encore remarqué la même justesse.*

9°. Que la première ayant été soumise à l'examen des Commissaires de l'Académie & des Astronomes de Sa Majesté, depuis le 5 Septembre 1766 jusqu'au 11 Avril 1767, ils ont déclaré *qu'elle avoit parfaitement reussi dans toutes les experiences qu'ils en avoient fait*, & que le mémoire

qui l'accompagnoit contenant les principes de sa construction *leur paroissoit mériter beaucoup d'éloges.*

10°. Qu'on peut les nétoyer sans crainte de les déranger.

11°. Qu'étant exemptes de frottement dans toutes les parties de leur régulateur, & leur thermométre compensateur n'étant point sujet à être dérangé par le froid, ni par le chaud le plus excessif, l'usure & les variations, n'y étant point à craindre, on doit s'en promettre la même justesse dans les voyages aux Indes Orientales.

12°. Qu'on peut les régler avec beaucoup de facilité sur le temps moyen.

13°. Que par leur suspension, se tenant toujours dans la situation requise, elles n'exigent point la pénible servitude d'un homme attaché à les y remettre, lorsqu'elles s'en écartent par les diverses inclinaisons du vaisseau.

14°. Que ces montres étant très-simples & de facile exécution, selon la remarque de MM. les Commissaires au Havre (*a*); elles deviendront aisément d'un usage universel : une heure d'attention de la part d'un ouvrier intelligent, & l'inspection des différentes parties de ces machines suffisant pour qu'il en puisse faire de semblables.

15°. Enfin, que les épreuves ayant été faites, non-seulement sur une, mais sur les deux montres marines, parfaitement semblables ; on en est d'autant plus assuré, que leur succès n'est point dû au hasard, mais à la solidité des principes sur lesquels elles sont construites.

Avant de conclure, remarquons un manque d'exactitude dans le traducteur des observations de M. Maskelyne : se-

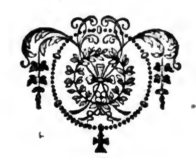
(*a*) Mémoire de M. de Courtenvaut.

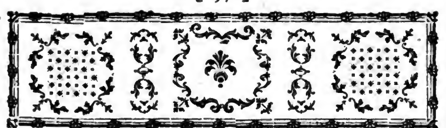
fon lui, pag. 21, *les Horlogers François ont fait tous leurs efforts pour découvrir le ſecret de M. Harriſon, qui a été inflexible; ils ont gagné quelques-uns de ceux qui ont ſigné le certificat qui leur ont appris ce qu'ils ont pu retenir : c'eſt apparemment, continue-t-il, ce qui a déterminé le bureau des longitudes à publier les obſervations de M. Maskelyne*, &c.

On peut aſſurer qu'aucun François n'a été à Londres dans le deſſein que le traducteur ſuppoſe. Soyons plus équitables envers nos rivaux, & ſachons rendre hommage aux vues qui tendent au bien de l'humanité par tout où nous les appercevons : un projet plus noble a guidé le bureau de la longitude. En effet, les Seigneurs de l'amirauté invitèrent le gouvernement de France, dès 1763, à faire paſſer en Angleterre des Sçavans & des Artiſtes pour leur communiquer l'ouvrage de M. Harriſon.

Les navigateurs; que dis-je, le genre humain verra donc toujours avec gratitude, le zèle de la nation Angloiſe dans la recherche de la fameuſe & ineſtimable découverte des longitudes : les ſoins & le généreux déſintéreſſement avec lequel le bureau a publié les heureux travaux de M. Harriſon feront à jamais l'objet d'une reconnoiſſance univerſelle. Le public voit avec ſatisfaction ce reſpectable & laborieux vieillard, dignement récompenſé de ſes concitoyens : à l'égard de l'auteur de cet écrit : il poſſéde déjà une récompenſe qu'on voudroit en vain lui enlever, c'eſt la gloire d'avoir le premier réuſſi en France dans cet important objet, & la conviction intime d'avoir produit un ouvrage à jamais utile à ſa Patrie & à l'humanité. Il eſpère cependant que le ſacrifice qu'il a fait à cette importante recherche, d'une

grande partie de sa fortune & des vingt-cinq plus belles années de sa vie, lui méritera quelqu'estime du public & des encouragemens du ministère éclairé qui préside au progrès des Arts, & au maintien du Commerce & de la Marine.





PIÈCES JUSTIFICATIVES.

PREUVES de l'ancienneté des recherches de l'Auteur ſur les montres à longitudes.

EXTRAIT de l'hiſtoire de l'Académie des Sciences, année 1748, *page* 120, ſur le principe de l'échappement dont l'Auteur a fait uſage dans ſa montre marine.

Machines ou inventions approuvées par l'Académie, en 1748.

I.

» UN nouvel échappement à repos inventé par M. le Roy fils.
» Au lieu que dans les échappemens à repos, connus juſqu'à préſent,
» la roue de rencontre porte, à chaque retour du balancier, ſur une
» pièce qui fait corps avec lui, & ſur laquelle frotte une de ſes dents;
» dans celui-ci, la roue poſe, & eſt retenue, à chaque demi-vibration,
» ſur une pièce fixée à la platine, & entièrement étrangère au balancier.
» Cette idée a paru neuve & ſuſceptible de beaucoup d'avantages.

COPIE d'un papier cacheté, dépoſé par l'Auteur, au Secrétariat de l'Académie le 18 Décembre 1754.

Deſcription d'une nouvelle Horloge propre pour l'uſage de la Mer.

DANS les épreuves que j'ai faites ſur différentes montres, j'en ai vu aller avec une telle préciſion, lorſqu'elles reſtoient dans une égale tem-

pérature & dans une même poſition, qu'il m'a paru fort vraiſemblable ; qu'en les perfectionnant, elles pourroient être d'un grand ſecours aux marins pour une infinité d'uſages aſſez connus. Cette idée m'a fait examiner, avec le plus grand ſoin ; les inconvéniens dont elles ſont ſuſceptibles par leurs conſtructions, & les moyens qu'on pourroit mettre en œuvre pour y obvier.

Les réflexions que j'ai faites à ce ſujet, & les vues qu'elles ont occaſionnées, ſont la ſubſtance de l'Ecrit que je prends la liberté de dépoſer entre les mains de l'Académie.

Il commence par la deſcription d'une nouvelle horloge à balancier ; je recherche enſuite les différentes ſources des erreurs où les montres ſont encore ſujettes, & j'expoſe en même-temps la manière dont je crois y avoir remédié dans une machine. Je finis par une courte récapitulation (*a*).

SECTION PREMIERE.

Deſcription de la nouvelle Horloge.

CETTE horloge marquera les heures, les minutes, & aura de plus une éguille qui ſautera de deux ſecondes & demie ; en deux ſecondes & demie, ſon mouvement ſera de la groſſeur à peu près de celui d'une pendule ordinaire ; elle ſera ſoutenue vers le bas de ſon cadran par une ſuſpenſion de Cardan, telle que celle dont M. Suly a fait uſage pour ſa montre marine. Pour rendre la force motrice de cette horloge parfaitement conſtante, je me ſuis ſervi d'un expédient propoſé par M. Léibnitz, Journal des Sçavans, année 1675, qui conſiſte à avoir deux forces motrices, dont l'une n'a d'autre fonction que de remonter l'autre.

Je mets donc ſur ma roue de rencontre un petit reſſort ſpiral qui la

(*a*) En reliſant cet écrit, j'y ai trouvé des fautes que l'on y remarquera, ſans doute ; mais j'eſpère qu'on approuvera que je me ſois fait une loi de n'y rien changer.

fait mouvoir en se détendant, & qui est remonté de dix en dix vibrations du régulateur par la première force motrice; c'est-à-dire, par un ressort contenu dans un barillet à l'ordinaire.

Pour faire concevoir comment l'effet s'exécute, je dois avertir qu'un des pivots de la roue de rencontre roule dans un trou qui lui-même est mobile; c'est-à-dire, qu'il y a deux roues, dont l'une est la roue de rencontre, qui sont posées l'une sur l'autre, en telle sorte que leurs axes ne forment qu'une seule ligne, & qu'un pivot de la roue de rencontre tourne dans un trou percé au centre d'une assiette soudée à l'extrémité de la tige ou pivot de la roue inférieure, que je nomme roue de remontoir: on sent bien que ce dernier pivot est ajusté dans un collet, à peu près comme l'arbre d'un tour en l'air. Je crois qu'un nommé Chateaublanc a déjà mis en usage un artifice à peu près semblable dans un modèle de moulin, pour diminuer, disoit-il, le frottement: je ne le fais pour moi, qu'afin de fixer un des bouts du ressort spiral à la tige de la roue de remontoir, & l'autre à la roue de rencontre, afin que ce ressort soit remonté comme on le verra bientôt.

La roue d'avant celle de remontoir, qui tient lieu de la roue de champ, & est la quatrième de l'horloge, engrenant dans un pignon qui lui-même engrenne & conduit la roue de remontoir: s'il n'y avoit pas quelqu'obstacle qui s'opposât au mouvement de ces roues, il est clair que le grand ressort les feroit tourner par le secours de celles qui les précédent, & banderoit beaucoup, & continuellement, le petit ressort spiral.

Pour prévenir cet inconvénient, & faire en même-temps que le petit ressort ne soit, comme je l'ai dit, remonté que de dix en dix vibrations, j'ai mis un volant de deux aîles sur le pignon qui conduit la roue de remontoir: chacune de ces ailes a une dent qui va presque atteindre à la tige de la roue de rencontre, & vient se reposer sur les ailes d'un pignon de cinq; il y a deux semblables pignons en rochets placés l'un au-dessus de l'autre, & répondant chacun à une dent du volant.

Voici l'effet qui résulte de cette construction.

Une dent du volant se trouvant sur une des ailes du pignon de cinq qui lui répond, & le petit ressort spiral étant bandé de la quantité requise, la roue de rencontre tourne; & la dent du volant quittant enfin

l'aile ſur laquelle elle repoſoit, le volant fait un demi-tour, & l'autre dent vient tomber ſur une aile du ſecond pignon de cinq; par conſéquent le pignon du volant fait tourner, par l'effort de la groſſe force motrice, la roue de remontoir, & bande le petit reſſort ſpiral de la quantité dont il s'étoit détendu: au bout de dix vibrations, cette ſeconde dent du volant échappe comme la précédente, & la première tombe de nouveau ſur une ſeconde aile de ſon pignon; il en réſulte l'effet dont je viens de parler, ainſi de ſuite, juſqu'à ce que le grand reſſort n'ait plus la force de remonter le petit reſſort ſpiral.

La roue de rencontre, qui eſt portée par un coq hors de la cage ſur la platine du derrière, étant mue par le reſſort ſpiral, comme nous venons de le dire, elle reſtitue le mouvement à la puiſſance régulatrice qu'il nous reſte à décrire.

On aura une idée exacte de cette puiſſance, ſi l'on ſe repréſente un pendule d'un demi-pied de longueur environ verticalement ſuſpendu par un ſeul reſſort droit, long de cinq à ſix pouces, dont la lentille un peu différente des autres par ſa forme, & du poids de deux ou trois livres, eſt horiſontale, & dont chaque extrémité de la verge formant un pivot, s'ajuſte dans un trou diſpoſé pour le recevoir: on doit concevoir auſſi que le reſſort droit eſt attaché par ſon extrémité inférieure au-deſſus du pivot ſupérieur de la verge par le moyen d'une manivelle ajuſtée à canon au bout de cette verge: le coude de cette manivelle s'élève en embraſſant le petit coq dans lequel roule le pivot ſupérieur de la verge; & par un ſecond coude, il eſt attaché au reſſort de ſuſpenſion, en telle ſorte que l'axe de cette verge paſſe par le milieu préciſément de ce reſſort, & le coupe dans ſa longueur.

Par cet arrangement, la lentille, au lieu de pouvoir faire des vibrations en tous ſens par ſa peſanteur, ne peut plus s'émouvoir qu'au tour de ſon axe, & faire des vibrations circulaires par le ſecours du reſſort de ſuſpenſion large d'environ une ligne. On ſent bien au reſte qu'il n'eſt plus beſoin ici de l'écrou qui fait monter la lentille, & qu'elle doit être fixe. On accélère ou on retarde à volonté les vibrations de ce régulateur au moyen d'une pièce mobile, dans une couliſſe ajuſtée à la platine vers le haut du reſſort réglant; cette pièce porte une fente dans laquelle la lame du reſſort entre juſte; &, ſelon qu'au moyen

d'une

d'une eſpèce de mycromètre, on l'élève ou on l'abbaiſſe, on fait retarder ou avancer l'horloge : telle eſt la conſtruction de cette machine. La comparaiſon que nous allons faire de ſes parties avec celles des montres, nous fera juger de ſes propriétés.

SECTION II.

Examen des cauſes qui ſont varier les montres.

PREMIERE CAUSE.

Les inégalités du moteur.

QUOIQUE ces inégalités n'influent pas à beaucoup près dans les montres à repos, comme dans les autres, il ne faut pas croire cependant qu'elles n'y apportent pas des variations ſenſibles, eu égard à la préciſion requiſe dans une horloge deſtinée pour les différens uſages auxquels on peut l'employer en mer.

L'expérience montre aſſez le contraire.

C'eſt pour obvier à cet inconvénient que j'emploie dans mon horloge le remontoir dont on a vu ci-devant la deſcription : je crois qu'il a des avantages conſidérables ſur ceux que l'on connoît. La ſeconde force motrice y eſt tranſportée à la roue de rencontre ; & ſi l'on en excepte ce qui peut arriver aux pivots de cette roue, l'effet des variations du rouage devient abſolument inſenſible ; de plus, cette ſeconde force n'a ni détente à ſurmonter, ni frottement à vaincre, comme dans les autres remontoirs.

I Ieme

Cauſe de variations dans les montres ; les pertes de liberté dans les mobiles qui compoſent le rouage, & la variation qui peut arriver dans les engrenages.

CES pertes & cette variation viennent de ce que par-tout où il y a du frottement il y a auſſi de l'uſure, & de ce que l'huile qu'on met

aux parties frottantes pour le rendre moins dangereux, se coagule ; il me seroit facile de démontrer que les montres à repos sont plus susceptibles de ce dernier inconvénient que de l'inégalité du moteur.

Ces variations n'auront pas lieu dans mon horloge, puisqu'ainsi qu'il a été dit, il n'y a que la seule roue de rencontre dont le gênement puisse influer sur sa marche. Mais quoique tout le rouage soit en quelque sorte étranger à la partie de l'horloge qui doit procurer la régularité ; je veux dire, le régulateur & l'échappement ; je n'ai cependant rien oublié pour le rendre aussi simple qu'il m'a été possible : c'est dans cette vue que j'ai fait aller mon horloge très-peu de temps sans être remontée, ce qu'on ne doit point regarder comme une défectuosité dans une montre marine ; il y a toujours dans un vaisseau beaucoup de gens qui n'ont rien à faire ; il faut y veiller la nuit : ce n'est donc point un inconvénient pour notre horloge de n'aller que six heures ; j'ai choisi ce temps préférablement à tout autre, parce que les officiers d'un navire, se relevant dans leurs fonctions de quatre heures en quatre heures, chacun d'eux pourra facilement s'assujettir à remonter l'horloge en commençant son quart.

I I I^eme

Source d'erreur dans les montres ; la manière dont le balancier est suspendu.

CETTE suspension, qui, comme on sçait, se fait sur des pivots, formés à l'extrémité de l'axe du balancier, est fort désavantageuse, en ce que le poids du balancier occasionne sur ces pivots un frottement préjudiciable : pour en amoindrir l'effet, on y met de l'huile, laquelle, en se coagulant, produit d'autres variations.

Cet inconvénient est absolument supprimé dans ma machine, parce que le balancier est porté par le ressort réglant, & non par ses pivots.

On pourra m'objecter que ce que j'avance ici ne peut être absolument exact, sans que l'axe de mon balancier soit toujours bien vertical, ce qui ne peut guéres avoir lieu en mer, vû le mouvement continuel du navire ; c'est ce dont je conviendrai ; mais l'on doit toujours m'accorder que le frottement des pivots de mon régulateur sera

extrémement réduit, vû le peu d'inclinaiſon qu'éprouvera l'horloge. 1°. Parce que celle d'un vaiſſeau ne va, pour l'ordinaire, qu'à cinq ou ſix degrés. 2°. Parce que la machine eſt, comme je l'ai dit, ſuſpendue par une lampe de Cardan.

Au ſurplus, pour éviter juſqu'à l'ombre de l'objection, je compte appliquer quatre rouleaux au pivot inférieur de mon régulateur : à l'égard du ſupérieur, il ſera trop fin & trop éloigné du balancier, pour que le frottement y devienne ſenſible.

Au reſte, les rouleaux dont je parle ne pourront ſe creuſer en aucun endroit de leur circonférence, comme il eſt arrivé dans quelques applications qu'on en a faites ; car, outre qu'ils ſeront toujours peu chargés, le pivot s'appuiera ſucceſſivement ſur chacun d'eux, & pourra parcourir tous les points de leur circonférence.

I Vème

Cauſe de variations dans les montres ; le non-iſochroniſme des vibrations du reſſort ſpiral.

EN effet, dans toutes les expériences que j'ai faites, ſoit avec des balanciers & leur reſſort ſpiral, appliqués à des montres par des échappemens à repos, ſoit avec ces régulateurs abandonnés à eux-mêmes, & parfaitement libres, j'ai toujours reconnu, comme M. Suly, que les grandes vibrations étoient plus lentes que les petites ; & j'ai remarqué que ſur un arc double, l'erreur en temps étoit le plus ſouvent d'environ $\frac{1}{12}$. Quelle que ſoit la cauſe de cet effet, il n'a point lieu dans mon régulateur. J'ai fait les expériences précédentes ſur différentes maſſes ſuſpendues par un reſſort droit comme mon balancier ; il ne m'a pas été poſſible d'y appercevoir une ſeule vibration de différence ſur mille, en répétant l'opération pluſieurs fois ſur des arcs de 180 & de 60 degrés. Les avantages qui réſultent de cette propriété ſont évidens.



Veme

Source d'erreur dans les montres ; l'inégale densité du milieu & sa résistance plus ou moins grande au mouvement du balancier.

Si, dans les vibrations de ce régulateur, la demi-vibration retardée égaloit en durée la demi-vibration accélérée, l'effet de cette cause seroit nul ; le retard qui en naîtroit dans la première étant compensé par l'avancement qui surviendroit dans la dernière ; mais comme la demi-vibration accélérée dans les montres est toujours plus lente que la retardée, vû que la restitution du mouvement se fait au commencement de la demi-vibration accélérée, & que le balancier dans la demie-vibration retardée n'a, pour parcourir le même arc, que le mouvement qu'il avoit au commencement de la demi-vibration retardée moins ce qui s'en est consumé par les frottemens & les autres résistances, la montre est nécessairement susceptible de variation par les différentes densités de l'air.

Dans ma construction au contraire, l'effet ne peut avoir lieu : 1°. Parce que la suspension du balancier ne lui faisant perdre que fort peu de mouvement, la demi-vibration accélérée, & la retardée, se font en des temps sensiblement égaux : 2°. Parce que le balancier, par sa forme, présente peu de surface, eu égard à sa masse, & n'éprouve de résistance de la part de l'air que celle qui peut venir de la cohésion de ses parties, qui, selon M. Newton, est dans le rapport de la simple vitesse.

Mais la résistance du milieu sur mon balancier paroîtra encore infiniment moins grande, si l'on considère que M. Newton a conclu de plusieurs expériences, ainsi que le docteur Desaguillier, son disciple, que les parties de l'air n'avoient point de ténacité.



V Ieme

Principe de variation dans les montres ; les différentes situations où elles se trouvent.

NOTRE horloge ne sera point susceptible de cet inconvénient, l'espèce de lampe de Cardan dont nous avons parlé, la tenant toujours dans la même position.

V I Ieme

Inconvénient des montres ; elles retardent à la chaleur ; & avancent par le froid.

CET effet vient, selon moi : 1°. De différentes causes qui rendent les vibrations du régulateur plus grandes par la chaleur : 2°. De ce que celle-ci augmente les dimensions du balancier & de son ressort. 3°. De ce qu'elle diminue l'élasticité de ce dernier : de tous ces effets réunis, il en résulte quelquefois dans une montre jusqu'à trois minutes de variation en 24 heures, lorsque de la chaleur du gousset à peu près égale à celle qu'on éprouve sous les tropiques, elle passe au froid qui produit la glace.

La première de ces causes, que je crois la principale, n'aura aucun effet dans notre machine, les arcs n'étant point sujets à varier, vû la suspension du balancier, & que de tout le rouage il n'y a, comme je l'ai dit, que la seule roue de rencontre qui puisse influer sur les vibrations du balancier. D'ailleurs, mon régulateur n'a point, comme celui des montres, le défaut de faire les grandes vibrations en plus de temps que les petites. Reste donc à compenser l'erreur qui peut venir de la perte d'élasticité du ressort réglant, & de l'augmentation des dimensions du balancier.

Voici trois moyens d'éviter l'erreur où elles pourroient induire ceux qui feroient usage de notre horloge ; bien entendu qu'on commencera par la placer dans l'endroit du navire où la température sera la plus constante, & où elle éprouvera de moindres agitations.

Le premier de ces moyens est d'appliquer au ressort réglant un thermométre métallique, semblable à celui qu'on a employé dans quel-

ques pendules à secondes ; pour cela, on pourroit attacher au mouvement de notre horloge un tuyau de cuivre de trois pieds, qui descendroit perpendiculairement jusqu'au bas de la boëte, & dans lequel passeroit une verge d'acier qu'on fixeroit, par son extrémité supérieure, à la pièce de cuivre qui porteroit la fente dans laquelle passe le ressort réglant ; par ce moyen, quand le tuyau de cuivre s'allongeant par la chaleur plus que la verge d'acier, feroit descendre la fente, il raccourciroit le ressort réglant d'une quantité convenable, *& vice versâ*, dans le froid.

Ce thermométre ne seroit point embarassant, se dirigeant vers le bas de l'horloge ; il n'auroit aucune charnière, & ne seroit par conséquent susceptible d'aucun jeu dans ses parties ; ainsi tout l'allongement ou raccourcissement du tuyau produiroit nécessairement un effet semblable sur le ressort réglant.

Le second moyen qu'on pourroit mettre en œuvre, pour parer l'effet des différentes températures sur notre horloge, seroit de l'entretenir toujours dans un même degré de chaleur, au moyen de plusieurs lampes qu'on feroit brûler dans la boëte disposée pour cet effet : selon les degrés d'un thermométre placé dans cette boëte, on éteindroit ou on allumeroit un plus grand nombre de lampes : cet expédient a déjà été proposé par M. Massi.

Enfin, le troisième que je préfère aux deux autres, & auquel je compte me tenir, est de fixer, comme ci-devant, un thermométre dans la boëte de notre horloge, & de la faire aller successivement dans des étuves & dans des lieux forts froids ; comparant alors ses variations au degré du thermométre, on écriroit sur cet instrument, à côté de chaque degré, le retard ou avancement de l'horloge : par ce degré, à l'aide de cette précaution, le thermométre indiqueroit toujours les variations de l'horloge ; or, dans ce cas, une erreur connue n'est plus une erreur. Il suffiroit donc que l'officier de quart écrivît sur un regiftre le degré du thermométre, quand il remonteroit l'horloge.

VIIIeme

Cause d'erreur dans les montres; le peu de puissance de leur regulateur, eu égard à leur force motrice.

CET inconvénient résulte de ce que, selon ce qui a été dit plus haut, la résistance de l'air, & les frottemens de la suspension font perdre un mouvement considérable à ce régulateur dans chaque vibration: l'expérience le prouve : faites osciller le balancier d'une montre & son ressort séparément du rouage, vous verrez que si d'abord sa vibration est de 180 degrés, il perdra tout son mouvement en une minute & demi. J'ai fait la même expérience sur des masses suspendues par un ressort droit comme mon régulateur; elles ont conservé leur mouvement circulaire plus de deux heures.

D'après cette expérience, la justesse de notre horloge devient une affaire de calcul; il est clair que les inégalités du moteur du rouage, &c. en supposant ce qui ne peut être, qu'elles soient les mêmes dans une montre & dans ma machine, influeront plus de 80 fois moins sur celle-ci; car le mouvement qu'il faut restituer à son régulateur n'est, eu égard à sa masse, qu'un 80e. de ce que le moteur de la montre doit restituer à son balancier.

Si l'on admet donc, comme la régularité de certaines montres semblent le faire voir, & comme les suspensions des pendules qui se font par des ressorts le confirment, qu'excepté l'effet de la chaleur, un ressort libre, dont la contraction est fort petite & se fait successivement dans des sens opposés, est une puissance constante; il s'ensuivra qu'au lieu de pouvoir varier de quelques minutes en vingt-quatre heures, comme font les montres, les plus grandes irrégularités de notre horloge n'iroient qu'à quelques secondes, l'effet de la chaleur excepté.

RÉCAPITULATION.

IL suit, de tout ce qui précède, qu'une grande partie des causes qui font varier les montres, sont anéanties par ma construction; que les autres sont extrémement réduites; que quant à l'effet de la cha-

leur, on aura toujours un moyen sûr d'en connoître la quantité : ainsi, puisqu'on voit déjà des montres, qui, dans une égale température, vont avec assez d'exactitude pour ne pas s'écarter d'une demi-minute en 24 heures, il est fort vraisemblable qu'en faisant usage de notre horloge, qui n'est qu'une montre perfectionnée, autant qu'il a été possible; il est, dis-je, fort vraisemblable qu'en se servant de cette horloge avec les conditions que j'ai indiquées, elle pourroit être d'un grand secours pour la marine; c'est pourquoi je me propose de l'exécuter incessamment.

Au lieu d'une simple description, j'aurois bien voulu présenter à l'Académie quelque chose de plus réel : deux considérations m'ont empêché d'attendre l'accomplissement de mon projet, pour le lui soumettre. La première, que les avis dont on voudra bien m'honorer, ne pourront que contribuer infiniment au succès de mon entreprise : la seconde, qu'un tel ouvrage devant être précédé & suivi de beaucoup d'épreuves qui demandent un temps considérable, & étant d'ailleurs nécessité à y employer quelques ouvriers, il seroit à craindre pour moi que je ne fusse prévenu.

Le reste est une description de ma pendule à trémie, & de quelques autres ouvrages. *Signé*, LE ROY l'aîné.

CERTIFICAT de M. DE FOUCHY.

JE certifie la copie ci-dessus conforme à son original déposé au secrétariat de l'Académie Royale des Sciences, le 18 Décembre 1754, dans un paquet cacheté, ouvert le 28 Juin 1763, en présence de l'Académie, & à la requisition de l'auteur qui en a demandé la présente copie.

A Paris, le 18 Juillet 1763.

Signé, GRANDJEAN DE FOUCHY, *Secrétaire-Perpétuel de l'Académie Royale des Sciences.*

CERTIFICAT

CERTIFICAT

De M. Cassini de Thury, du 14 Juillet 1764; ſur la marche de la pendule à thermométre de Julien le Roy. C'eſt ſur cette pendule que la montre à longitude a été obſervée.

» Depuis le mois de Décembre 1763, juſqu'en Juillet 1764: » (C'eſt M. de Thury qui parle), elle n'a pas varié ſur la révolu- » tion des fixes d'une ſeule ſeconde.

» Pendant quatre mois, & dans le temps des plus grandes cha- » leurs, où le thermométre a monté à 30 degrés, on n'a jamais » trouvé plus d'une ſeconde, & encore on doute s'il ne falloit pas » l'attribuer à l'obſervation.

» Depuis 1748 qu'elle a été déplacée, elle n'a jamais différé de » plus de 3 ſecondes.

Extrait des procès-verbaux ſur la marche des montres dans la dure navigation du Texel.

Le 5, la ſeconde montre marine a été miſe à midi, précisément à la même heure que la première.

Le 6 à 11 heures $\frac{1}{4}$, la ſeconde avançoit de 4 ſecondes ſur la première.

Le 7, les deux montres ont été remontées ſans être comparées.

Le 8, la ſeconde montre avançoit de 11 ſec. $\frac{1}{2}$ ſur la première.

Le 9, la ſeconde avançoit ſur la première de 14 ſecondes.

Le 10, la ſeconde avançoit ſur la première de 17 $\frac{1}{2}$ ſec. $\frac{1}{2}$

Le 11, à 10 heures $\frac{1}{4}$ du matin, la deuxième avançoit de de 21 ſec. & demi ſur la première.

Le 12, à midi $\frac{1}{4}$, la ſeconde montre avançoit ſur la première de 26 ſecondes.

Le 13, à 3 heures $\frac{1}{2}$ du ſoir, la ſeconde avançoit ſur la première de 31 ſecondes.

Le 14, à 11 heures du matin, la ſeconde avançoit ſur la première de 34 ſecondes $\frac{1}{2}$.

Le 15, les montres ont été remontées à l'Amirauté, *&c.*

F I N.

APPROBATION.

J'AI examiné, par ordre de Monſeigneur le Vice-Chancelier, un Ouvrage intitulé : *Expoſé ſuccint des travaux de MM.* HARRISON & LE ROY *dans la recherche des longitudes*; & je l'ai trouvé très-digne de l'impreſſion : la matière eſt ſi intéreſſante par elle-même, & le parallèle des deux *montres marines* ſi clairement expoſé, que je crois que les Sçavans en verront la publication avec plaiſir. A Paris ce 27 Janvier 1768.

DEPARCIEUX.






BIBLIOTECA